

## 第二部 神鷹丸航海調査報告 第40次航海報告 期間 平成9年12月～平成10年3月 海域 ベンガル湾

雑誌名	航海調査報告
巻	8
ページ	159-178
発行年	1999-03-10
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1342/00000204/">http://id.nii.ac.jp/1342/00000204/</a>

## 2.3.

## 天測の実習効果

### Training Effect on the Astronomical fixed Position

林敏史 高須康介 栗田嘉宥 萩田隆一

東京水産大学練習船

#### 1. はじめに

船舶が位置を知る方法として、GPS 等の電波航法、地文航法、天文航法が挙げられるが、大洋において GPS 等の機器に不測の事態が生じた場合は、天文航法が唯一の航法となっている。また天文航法において天体高度測定からの位置の決定(以後天測と称す)は、国際海事機関(IMO)により航海士の職務とされており、現在でも練習船の実習項目として多くの時間が費やされている。天測の準備から位置決定に至る過程で必要とされている事項は、各段階で誤差を最小に押さえる能力と処理時間の短縮である。天測には要素として 1)索星能力 2)天体高度測定技術 3)位置の線計算する能力 4)位置の線作図精度が挙げられ、それぞれの技術でかつ高精度で速い処理が要求される。天測における誤差は、定誤差(Constant Error)、過失誤差(Mistake)、偶然誤差(Random Error)があり、人の測定技術に依存する誤差は、0.5 マイル<sup>(1)</sup>ともいわれており一般に最小の誤差の目標となっている。実習効果の定量的評価を行う指標として今回は、天測実施回数に対する測定精度及び測定時間の関係を主に実習学生、航海士について調査を行った。通常天測技術の習得は、熟練航海士の天測決定位置を模範として索星から位置決定まで技術比較が行われていたが、実習の効率化の面を意識して行われていた訳ではなかった。実習を適切に指導する上での訓練方法を再検討しておくことはきわめて重要なことである。

#### 2. 方法

##### 2.1. 天測の種類と誤差の算出方法

評価に利用した天測は、太陽の子午線正中時高度緯度法による測定緯度(以後メリパスと称する)及び日出没時頃の薄明時恒星高度測定(以後スターサイトと称する)による測定位置である。又、誤差評価のため、それぞれの測定時刻における GPS(FURUNO GP500)の位置情報を記録した。

メリパス時における緯度の個人測定誤差は、各自測定した緯度と GPS の緯度との差から測定誤差を算出した。スターサイトにおける個人測定誤差は、後測時の船位を求めることとし、測定終了時に真の位置とする GPS の緯度経度を記録し、算出した測定位置と GPS 位置に対する距離を測定誤差とした。

##### 2.2. 対象学生および教育方法

対象となった学生は、学内において天文航法関係の科目を履修した 4 年次の乗船実習中の学生であり、船上の天測が初めての学生である。測定期間は、平成 10 年 1 月下旬から平成 10 年 3 月上旬の 50 日間であり、海域は、南シナ海およびベンガル湾で行った。また航海を、天測実施日数がほぼ等間隔である東京ーシンガポールを前期、シンガポールーベンガル湾操業区域ーペナンを中期、ペナンー東京間を後期の 3 期間に分けた。

航海前の準備として六分儀の整備、器差修正及び固定点での太陽高度測定練習を数回行い本番に備えた。航海中は、個人誤差表(表 1)を掲示し、すべての決定位置に対して各自の測定精度を明確にした。同時に計算の確認を行い、明らかに計算ミスのあるデータについては再計算を指示した。またスターサイトにおいては、位置の線の幾何学精度(方位が約 120 度内に均等に配置した 3 恒星を測定する)および曲率誤差(天体高度が 80 度以上および 20 度以下)<sup>(2)</sup>を考慮して、測定すべき恒星を選択するよう指導した。また到達誤差の目標をメリパスによる緯度誤差においては 1 マイル以内、太陽高度測定及びスターサイトについては 3 マイル以内に設定し、習熟度達成の目安にした。

表 1 個人誤差表

	2月6日	2月7日	2月8日	2月10日	2月12日	2月14日	2月16日	2月18日	2月20日	2月22日	2月24日	2月26日	2月28日	3月1日	3月3日	3月5日	3月7日	3月9日	3月11日	3月13日	3月15日	3月17日	3月19日	3月21日	3月23日	3月25日	3月27日	3月29日	3月31日	平均
A1	27.20	17.60	40.80	6.10	46.40	16.18	27.38																							
A2	26.70	18.00	43.70	2.90	46.00	21.42	27.10																							
A3	24.70	18.80	47.80	7.80	38.20	20.74	28.22																							
A4	26.80	22.10		15.10	38.40	9.78	25.00																							
A5	28.40	22.80	52.70	8.80	43.20	17.22	31.18																							
A6	33.70		42.20	5.90	42.60	17.76	34.60																							
A7	0.00	40.00	49.60	9.50	38.70	21.51	27.58																							
A8	27.70	23.00	50.10	10.20	42.80	16.23	29.76																							
A9	27.60	22.20	53.20	3.80	37.90	16.66	28.94																							
A10	21.60	19.00	40.80	5.80	18.90	14.12	20.06																							
A11	24.20	21.80	52.40	9.30	40.30	15.86	25.56																							
A12	28.10	22.10	53.20	10.20	43.70	16.31	31.66																							
A13	29.30	23.00	52.10	17.40	42.90	14.32	32.94																							
A14	24.70	21.30	62.30	8.30	38.40	28.84	20.88																							
A15	29.00	18.90		9.80	46.70	15.83	24.50																							
A16	8.10	29.50		2.00	51.70	17.04	1.70																							
A17	19.30	12.80	47.60	5.90	41.40	18.20	25.40																							
A18	35.50	19.70	48.40		37.00	11.80	36.15																							
A19	29.70	24.10	53.30	10.20	43.80	16.16	32.28																							
A20	29.10	26.70	51.90	12.50	106.10	36.83	45.25																							
A21	12.00	19.80	38.00	57.00	38.40	17.72	33.24																							
A22	41.20	21.20	48.80	7.60	41.40	18.86	32.06																							
A23	22.30	17.00	22.80	22.80		2.30	21.53																							
A24	26.40	21.50	50.80	2.90	31.50	15.69	26.82																							
平均	25.00	19.97	47.78	10.75	38.62	7.45	28.42																							
off	-29.10	-23.10	-52.30	-10.50	-43.30	16.69	-31.78																							
GPS	4-28.27	6-22.74	7-32.77	8-10.38	6-43.06																									

### 3. 結果

#### 3. 1. 測定誤差

図1 にメパスおよびスターサイトにおける学生と航海士の誤差を示す。両天測とも初心者である学生は最初 60 マルを超える誤差がみられた。天測の回数を重ねる度に誤差は減少し、特に天測の初期段階において減少率は著しかった。12 回目を過ぎる頃からは、メパスで平均約 2 マル、スターサイトで平均約 3 マルと安定した。航海士の誤差は、平均してメパスで 0.34 マル、スターサイトで 0.8 マルの小さな値であり、天測開始から極めて安定している特徴がある。

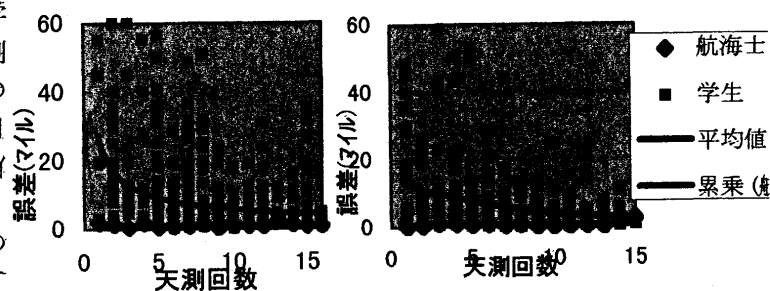


図1 天測の回数別誤差(左:スターサイト,右:メパス)

#### 3. 2. 索星時間

図2 にスターサイトにおける恒星 1 個当たりの索星時間（目的の恒星を確認し高度を測定するまでの所用時間）を示す。最初に 索星時間が 10 回を超えるところから 5 分程度まで短縮された。航海士は平均して 4 分程度であった。

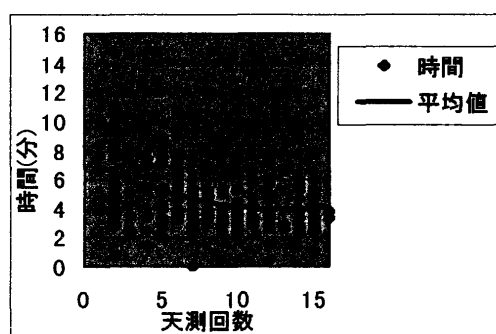


図2 天測回数別 1 恒星当たりの索星時間

#### 3. 2. 使用恒星数

図3 にスターサイトの位置決定に使用した測定恒星数別の測定誤差分布を示す。使用恒星数が多くなるほど精度はよく後期の 4 恒星以上の精度は平均 1 マル以下となった。また恒星数 2 の場合においても回数に比例して平均 50 マルから平均 18 マルと誤差が減少し精度の向上が見られた。

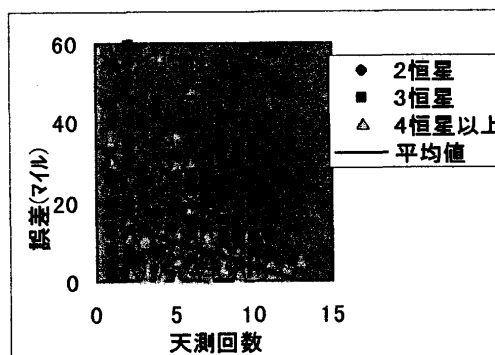


図3 恒星数と誤差分布

### 4. 考察

各寄港地において個人誤差表を掲示し、各自が各回の誤差を認識することによって全体として設定した目標以外に個人目標を持つなど天測への意識を高めることができた。天測誤差について初心者における精度の向上あるいは索星時間の短縮は、天測回数を多く行うことが上達の条件であり今回の結果からすると 12 回以上必要のようである。又、スターサイトにおいては、4 恒星以上の星の選択が測定精度の向上には必用であることがわかった。今回では視程・揺れ・風速・雲量などとの相関は深く検討していないが、次回为天測実習において注目していきたい。

### 5. 引用文献

- 1).天測誤差論 鮫島直人 日本航海学会
- 2).天文航法(上巻)(下巻) 岩永道臣 樽美幸雄 成山堂